



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Analys av automatisk och manuell kvalitetssäkring

Analysis of Automatic and Manual Quality Inspection

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Maskinteknik

Hasan Sokoti
Aemad Aldin Krish

INSTITUTIONEN FÖR INDUSRI- OCH MATERIALVETENSKAP
AVDELNING FÖR PRODUKTIONSSYSTEM

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2020
www.chalmers.se

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik

Analys av automatisk och manuell kvalitetssäkring

Hasan Sokoti
Aemad Aldin Krish



CHALMERS

Instituten för Industri- och materialvetenskap
Avdelning för Produktionssystem
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2020

Analys av automatiskt och manuell kvalitetssäkring

Hasan Sokoti, Aemad Aldin Krish

© Hasan Sokoti, Aemad Aldin Krish, 2020

IMSX20

Institutionen för Industri- och materialvetenskap

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96, Göteborg, 2020

Telefonnummer: +46 (0)31-772 10

Handledare: Omkar Salunkhe, Malin Tarrar, Institutionen för industri- och materialvetenskap

Examinator: Åsa Fasth Berglund, Institutionen för industri- och materialvetenskap

FÖRORD

Det här examensarbetet motsvarar 15 HP och är ett avslutande arbete i högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik, 180 HP, på Chalmers Tekniska Högskola. Examensarbetet är skrivet av två studenter på Maskinteknikprogrammet med två olika inriktningar, den ena med produktionsinriktning och den andra med konstruktions inriktning. Arbetet är på uppdrag av Volvo Penta och gjord på Siilab, Stena Industry Innovation Laboratory.

Vi vill tacka vår examinator Åsa Fasth Berglund för att hon gav oss den här möjligheten att göra examensarbetet på Siilab. Vi vill också tacka våra två handledaren, Omkar Salunkhe för all stöd under experimentet och Malin Tarrar för all hjälp och stöd i rapportskrivningen. Vi vill även tacka Anton Wretström och Arna Sigbjörnsdóttir för samarbetet med experimenten och delade information.

SAMMANFATTNING

Detta projekt är utfört på Stena Industry Innovation Laboratory på Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg. Uppdragsgivaren Volvo Penta vill utföra automatiserad kvalitetskontroll i sista steget av tillverkningen.

Syftet med rapporten är att analysera möjligheten till att integrera ett visionsystem med Cobot för att köra en kvalitetskontroll på de slutliga produkter innan de skickas till kund. Kvalitetskontroll är det sista steget i produktionen och på grund av konkurrenskraft och globalisering är kvalitetskontroll en av de viktigaste stegen i en produktion. När produkter är färdiga körs en kvalitetskontroll på dem av individer för att bli säkra på att allt är som det ska innan de skickar produkterna vidare till beställare/kunder.

Med tanke på att en ny teknik kan medföra effektivitet i tillverkningen, öka produktivitet och förbättra ergonomin, anses automatiserad kvalitetskontroll ett steg framåt i den moderna industrin.

Automatiserad kvalitetskontroll ska undersökas med hjälp av kollaborativa robotapplikationer, UR3e, och visionsystem, Wrist Camera. Experiment utfördes med visionsystem bestående av en kamera, Wrist Camera och en Universal Robot, UR3e. Detta experiment med visionsystem, samt de tidigare studierna i detta område visar att defekter kan upptäckas i en automatiserad kvalitetskontroll med hjälp av visionsystem.

ABSTRACT

This project was carried out at the Stena Industry Innovation Laboratory at Chalmers University of Technology in Gothenburg. The client Volvo Penta wants to run an automated quality inspection in the last stage of production before sending the products to the clients. The purpose of this report is to analyze the possibilities of using a vision system to run a quality inspection in the final department in the production.

Quality inspection is the last step in the production. Because of competitiveness and globalization quality inspection is one of the most important steps in the production. When products are completed and ready to send to the clients a quality inspection has to run on them. Today the quality inspection is done manually of the personals to be sure that everything is as it should. Considering that a new technology could bring efficiency in manufacturing, increase productivity and improve ergonomics, an automated quality inspection seems as a step forward in the modern industry.

Automated quality control in this thesis work will be investigated using collaborative robot applications UR3e and vision systems Wrist Camera. This experiment with visions system and even previous studies in this area shows that using an automatic quality inspection is possible.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	I
SAMMANFATTNING	II
ABSTRACT	III
INLEDNING	1
Bakgrund	1
Syfte och mål	2
Precisering av frågeställning	2
Volvo Penta	2
Avgränsningar	3
TEORETISK REFERENSRAM	3
Automation	3
Robotar	4
Industriella robotar	4
Kollaborativa robotapplikationer	5
UR3e, Universal Robot serie 3e	6
Visionsystem	7
Kvalitetskontroll	9
Tidigare forskning inom automatiserad kvalitetskontroll	9
METOD	11
Experimentförberedelse	11
Objekt för kvalitetskontroll	12
Programmering av Cobot	12
Inställning av Wrist Camera	13
Experiment	14
Experiment 1, automatisk kvalitetskontroll	14
Experiment 2, manuell och Automatisk kontroll på drönare med borttagna komponenter	15
RESULTAT	17
Experimentförberedelse	17
Automatiserad kvalitetskontroll	17
DISKUSSION	18
Resultat	18
Experimentförberedelse och metod	18
Experiment 1, 2 och manuellt	18

Implikationer	19
Framtida forskning	19
SLUTSATS	20
REFERENSER	21
BILAGOR	I

1. INLEDNING

I detta kapitel presenteras bakgrunden till projektet, syftet med projektet och även målet i projektet. Avgränsningar och precisering av frågeställningar redovisas också här.

1.1. Bakgrund

Utveckling av industrin går väldigt snabbt framåt och därmed också utvecklingen av industriverktygen. En av de utvecklingarna är automatisering i produktionen som introducerades i början av 1900-talet av Ford Motor Company. 1900-talets automatisering var mekanisk vilken behövde mänsklig fysisk kraft för att komma igång. Automatiseringen i produktion förbättrade dagens produktivitet och ökade vinsten. Idag används robotar i den moderna industrin. Robotar kan programmeras till att utföra ett eller flera uppgifter helt eller delvis självständigt [1]. Det finns olika typer av robotar: de som kan utföra arbetet helt självständigt i ett specifikt område, som människan inte bör vistas i och de som kan samarbeta med människan i en och samma miljö [2]. Den andra typen kallas för kollaborativa robotapplikationer eller den förenklade formen Cobot.

Cobot kan utnyttjas i olika avdelningar med olika uppgifter i olika industrier. Användning av Cobot har ökat de senaste åren i industrin för att samverka med människan. Den här typen av robotar har olika applikationer såsom att hjälpa till i arbetet med bland annat plock, pack, avläsning av koder, montering och så vidare. Syftet med användningen är att underlätta och effektivisera produktionen och tillverkningsprocesserna [3].

I dag är Cobot en del av industriverktyg och används i många områden, men inte till fullo. Cirka 2000 arbetsmoment studerades år 2016 i den svenska industrin över 20 olika studier där de visar att över 90% av slutmonteringen utförs manuellt [4]. Därför förväntas att utöka användandet av Cobot i kvalitetssäkringen i det som kallas End-of-Line. I End-of-Line säkerställs kvalitet på komponenter och/eller produkter innan de skickas vidare till kund. Det vill säga att en kontroll görs på produkter för att bli säker om att alla delar är monterade på rätt sätt.

1.2. Syfte och mål

Syftet med detta projekt är att undersöka möjligheten till att integrera visionsystem med Cobot för att kunna kontrollera kvaliteten för produkter i End-of-Line.

Målet är att besvara frågeställningarna och kunna leverera ett kvalitativt resultat till uppdragsgivaren Volvo Penta.

1.3. Precisering av frågeställning

För att uppnå syftet måste det preciseras vad som ska undersökas vid det praktiska experimentet. När experimentet utförs ska nedanstående frågor besvaras:

1. Är det möjligt att använda visionsystem för kvalitetskontroll?
2. Hur bra är visionsystem på att utföra kvalitetskontroll?

1.4. Volvo Penta

Projektet utförs på uppdrag av Volvo Penta. Volvo Penta är en del av Volvokoncernen som levererar drivsystem för marina- och industriella tillämpningar. Volvo Penta har sin anläggning i Vara, se figur 1, med mer än 100 års erfarenhet av tillverkning av dieselmotorer för såväl fritidsbåtar som större färjor. Förutom marina tillämpningar har företaget erfarenhet av att tillverka motorer för off-road maskiner vilka bland andra används i jordbruk och gruvsdrift [5].



Figur 1, Volvo Penta anläggning i Vara [6]

1.5. Avgränsningar

När det gäller undersökning av möjligheten till kvalitetskontroll med hjälp av en kamera, finns det oerhört många olika sätt att göra det och därmed många olika ekonomiska aspekter. Det finns även många olika kameror med olika funktionalitet. Därför begränsas det här examensarbetet till att enbart använda Wrist Camera och UR3e, vad gäller undersökningsmaterial.

Ekonomiska aspekter tas inte hänsyn till i detta examensarbete då en annan mycket mer omfattande undersökning krävs för det. Produkten som ska genomgå en kvalitetskontroll är en drönare, vilken i och för sig innehåller några olika komponenter. På grund av dagens läge med Covid-19 måste undersökningen begränsas till ett färre antal experiment och utan direkt koppling till Volvo Pentas produktion.

2. TEORETISK REFERENSRAM

I det här kapitel framställs en teoretisk referensram som är relevant till undersökningen. Denna teoretiska referensram ger allmän fakta om de ingående delarna i den här rapporten som ska integreras.

2.1. Automation

Automation är teknologin som utför en eller flera processer helt eller delvis utan någon mänsklig inblandning, det vill säga ett helt självständigt utförande. Automation förekommer vanligtvis inom tillverkningsindustrin, men det kan även användas i andra områden som inte har att göra med industrin. Automation kan delas i tre grunddelar enligt nedan [7].

1. Utföra processer och driva system
2. Styra processer med ett program
3. Aktivera instruktioner med ett kontrollsystem

Det finns två olika typer av automation: kognitiv- och fysisk automation. Fysisk automation hjälper operatören att utföra den fysiska ansträngningen såsom lyft eller montering. Kognitiv automation är däremot den typ av automation som behövs för att informationsflödet påskyndas, det vill säga att ett system där bestäms vad som ska göras och vilka beslut som ska fattas vid arbetet [8].

Fördelen med automation kan bland annat vara ekonomiska aspekter och utförandet av vissa arbeten som kräver fysiskt ansträngande [9]. Även med långsiktigt tänkande

är det mer hållbart att utnyttja maskiner istället för mänskliga krafter för en bättre ergonomi och hälsa, vilka är två faktorer som har stor betydelse från ett hållbart perspektiv för människan[10].

Fysiskt ansträngning är dock inte den enda fördelen med automation, det vill säga att låta maskiner ta över arbeten. Maskiner kan dessutom utföra arbeten mycket noggrannare i förhållande till människa. Maskiner har förmågan att repetera utförandet oändligt många gånger med hög repeterbarhet, vilken människan saknar denna förmåga [26].

Automation är ett viktigt område i den moderna industrin. Betydelsen av automation är så pass hög i dagsläget att ingen industri klarar av den krävda noggrannhet i tillverkningen utan hjälp av automation. Även vad gäller arbeten som är farliga för människor, till exempel provning av kemikalier, har automation en passande roll. Stabilitet i arbetet och repetitivitet är också två faktorer som gör automationen efterfrågad i industrin. Med hjälp av automation kan både effektivisera tillverkningen, förbättra noggrannheten på produkter och öka säkerheten på arbetsplatsen [9].

2.2. Robotar

Robotar började användas inom industrin drygt 50 år sedan och hade en positiv inverkan på produktivitet. Användning av industriella robotar ökade och förbättrade produktiviteten. Industriella robotar kan definieras som programmerbara maskiner som kan utföra arbeten som skulle ha utförts av människan [7].

2.2.1. Industriella robotar

Industriella robotar består oftast av en mekanisk arm vilken upprepat utför varierande uppgifter. De kan använda sig av olika verktyg som gripdon, svets eller fräs. Några exempel på industriella robotars uppgifter kan vara att lyfta ett valt objekt med hjälp av olika sorters don, svetsa och borra på bestämda områden, se figur 2, samt att måla ett valt objekt [7].



Figur 2, Industriell robot svetsar i ett skyddat område [11]

Industriella robotar kan utföra varierande arbeten och kan även kommunicera med andra maskiner. Dessa robotar kan vara i olika storlekar med olika specifikationer och även kan vara tillverkade för specifika områden som är besvärliga för människan [12].

Syftet med användning av industriella robotar är först och främst att minska och/eller eliminera behovet av mänskliga vistelse i vissa områden. Dessa områden kan exempelvis vara farliga för människan eller arbeten som ska utföras inte är lämpligt eller ergonomiskt för människan. Inte minst kan det vara ekonomiskt lönsamt att använda robotar istället för människan [13][1].

2.2.2. Kollaborativa robotapplikationer

Kollaborativa robotapplikationer kallas den användning av industriella robotar vilka kan samarbeta med människan i en och samma miljö med högre säkerhet till skillnad från de vanliga industriella robotar, se figur 3, [13]. Detta samarbete bidrar till en bättre ergonomi, ökad produktivitet och även bättre ekonomi. Då kan dem aspekterna uppnås genom att implementera kollaborativa robotapplikationer på ett sätt så att den löser ett repeterade problem [14].

Kollaborativa robotapplikationer kan till och med utnyttjas i kvalitetskontroll eftersom de kan använda sig av sensorer för detektering av eventuella brister. Kollaborativa robotar kan användas för olika applikationer som plockning och packning av produkter, montering, svetsning eller avläsning av koder [14].



Figur 3, Människan och Cobot arbetar i en och samma arbetsplats [15]

2.2.3. UR3e, Universal Robot serie 3e

Den kollaborativa roboten som ska användas i detta projekt är en UR3e enligt figur 4 nedan som har utvecklats av företaget Universal Robots. Universal Robots har olika robotar vilka skiljer sig åt i storlek och funktionalitet. Beteckningen UR3e syftar till robotens kapacitet att hantera nyttolast och dess storlek. Det vill säga att hur stor vikt den kan hantera och vad robotens storlek är.



Figur 4, UR3e [16]

UR3e från Universal robots är tillverkade för att samverka med människor för att förenkla och dela utföranden av olika arbeten. När Universal robots konstruerade UR3e cobot avsåg de att cobots användning ska vara flexibel, genom att en lagom stor design, enkelt att integrera roboten med andra programvaror och/eller system och möjlighet att sätta olika utrustningar för att utföra ytterligare uppgifter, såsom montering, polering och svetsning [17].

2.3. Visionsystem

Visionsystem är ett system som låter själva maskinen eller roboten se framförvarande objekt och samla in information om dem. Insamlad information från det sedda objektet bearbetas som data i systemet och den insamlade datan jämförs med redan definierade data som är sparad i systemet.

Den kamera som ska användas för kvalitetssäkring i detta projekt är Wrist Camera från företaget Robotiq, vilken är tillverkad för just robotar från Universal Robots, se figur 5. Wrist Camera är kapabel att integrera snabbt och smidigt med alla

UR-modeller och det går att styra den via robotens plattform, se figur 6. Med andra ord är styrplattan en och samma för både roboten och kameran [18].



Figur 5, Wrist Camera[18]

Vanlig användning av Wrist Camera är att hitta komponenter och deras orientation på fördefinierad arbetsyta. Den här kameran kan läsa av koder och identifiera form, storlek och/eller färg på detaljer. Den kan jämföra och särskilja en komponent eller flera komponenter samtidigt med avseende på bland annat färg, storlek och geometri [19].



Figur 6, Wrist Camera installerad på UR3e [20]

2.4. Kvalitetskontroll

Kvalitetskontroll är det sista steget i en tillverkningsprocess vilket innebär att tillverkade produkten kontrolleras innan den skickas vidare till kund. Konkurrenskraft och globalisering är två avgörande faktorer för att kvalitet har blivit viktig för företag. Inom tillverkningsindustrin är det avgörande att snabbt kunna anpassa sin produktion och tillverkning i enlighet med efterfrågan [21].

Kvalitetskontroll utförs i dag manuellt av människan. Manuella kvalitetskontroller går ut vanligtvis från provtagning. Provtagning kan vara en långsam process. Men däremot kan ett automatiserat system inspektera ytan på en komplett körning istället för att kontrollera ett prov på ytan och några prov på andra delar. Automatiserade system för kvalitetskontroll tillåter operatören att ställa in vissa kriterier och applikationen tillåter spårning i realtid genom maskinsynskameror och inspelningar. Därför är det möjligt att agera i frågor i realtid och spara kostnader vid eventuell nya inspektioner [22].

2.5. Tidigare forskning inom automatiserad kvalitetskontroll

Flera studier inom automatiserad kvalitetskontroll har utförts tidigare. I en studie som genomfördes 2016 undersöktes möjligheten till att implementera automatiserad kvalitetskontroll i en spannmålsproduktion och ersätta manuell kontroll av sädesslagen. Det utvärderades flera visionsystem för flera applikationer som exempelvis separation av spannmål. Därmed kördes experiment med exempelvis variation i kornstorlek och undersöktes begränsningar i visionsystemen. Det uppstod då problem med att exempelvis identifiera insekter i kornen eftersom visionsystemet inte kände igen dem på bilderna [23].

Även har implementering av visionbaserad kvalitetskontroll undersökts vid produktion av statorn till elmotorer. En stator är en viktig elmotor komponent som tillsammans med rotorn skapar ett magnetfält vilket får motorn att driva ett fordon framåt. Bland annat har undersökningar gjorts på mätning av höjd, bredd, färgkvalitet och konstruktionsmässiga defekter på statorn. Det har framkommit att den främsta parametern som avgör tillförlitlig kvalitet på kvalitetskontrollen är inklinationsvinkeln till statorn samt avståndet mellan kameran till observationsfältet. Därtill är linsen och kamerans kvalitet även viktiga parametrar. Paradoxen visar sig vara att inklinationsvinkeln begränsas av statorns geometri. En högre inklinationsvinkel ger högre upptäckbarhet av statorn, men kan även skapa en inhomogen belysning av objektet och således störningar i bildförvärvningen [24].

Därför har slutsatsen dragits att de flesta maskiner som integreras med visionsystem kräver kvalificerade operatörer med hög kompetens eftersom dessa system ofta lider av dagliga mindre störningar. Exempelvis krävs kontinuerlig belysning för att säkerställa kvalitativa bilder och hårdvaran måste ständigt uppgraderas när den utvecklas på marknaden.

Forskarna har kommit fram till att integration av visionbaserad kvalitetskontroll är rekommenderat så länge det finns rätt bildförvärvningssystem [25].

3. METOD

För att kunna komma fram till ett rimligt resultat måste automatisk kvalitetssäkring experimenteras verkligt . I experimentet måste det framgå om det går att använda automatisk kvalitetskontroll på drönaren . Det ska även tas hänsyn till hur effektivt är automatisk kvalitetssäkringen. För att utvärdera kvaliteten på en automatisk kvalitetskontroll bör en manuell kvalitetskontroll genomföras, sedan jämföras båda experimenten. Därefter bör jämförelsen från olika perspektiv göras mellan de automatiska- och de manuella experimenten.

Metoden som används i experimentet bör vara rimlig. Vad som ses rimligt som metod kan variera från olika perspektiv, till exempel ekonomiskt, tekniskt och så vidare. Det vill säga beroende på vad som sökes kan metoder i experimenten variera. Därför görs experimentet här i enlighet med avgränsningar, se avsnitt 1.5. Metoden som används i experimenten följer de rekommendationer och möjligheter som UR3e:s och Wrist Camera:s tillverkare har lagt upp på deras hemsidor. I den här avsnittet presenteras hur gruppen har gått tillväga för att komma fram till det slutliga resultatet. I var och en av de momenten nedan har en diskussion upprättats över hur rimligt metoden kan vara och hur säkert resultatet kan bli. Resultat till vissa av nedanstående undersökningsmetoder presenteras därefter under den fjärde avsnittet, Resultat.

3.1. Experimentförberedelse

För att säkerställa att coboten UR3e och kameran Wrist Camera fungerar tillsammans med drönare, som en vald produkt, utförs en experimentförberedelse. Dessa förberedelser utses vanligen genom att följa tillverkarnas rekommendationer gällande deras produkter som ska användas i undersökningen. På Robotiqs hemsida, finns det 11 stycken videoklipp som handlar om hur Wrist Camera kan integreras med UR3e och även hur den kan användas. Genom att se dessa korta videor och följa dem steg för steg kan en grundläggande kunskap fås om hur Wrist Camera fungerar. På Universal Robots hemsida finns det på liknande sätt flertal videoklipp som handlar om att komma igång med UR:s alla robotar. Trots det finns olika typer UR fungerar samtliga modeller i stort sett på samma sätt.

För att vara noggrann i experimentet och kunna lita på resultatet görs minst hundra försök. Dessa försök dokumenteras i form av bild som sedan analyseras. Ett minneskort i form av ett USB kopplas till robotens plattform och när roboten programmeras väljs där två separata foldrar. En till de kompletta- och en till de felaktiga komponenterna. När programmet körs tar kameran bild på var och en av komponenterna som ska säkerställas med hjälp av kameran. Bilderna sparas enligt

detekteringen, det vill säga att om en komponent har något brist så sparas bilden av den i foldern som är vald för felaktiga komponenter och om komponenten är hel så sparas bilden i den andra foldern som är vald för de kompletta komponenterna.

3.1.1. Objekt för kvalitetskontroll

Eftersom experimentet görs på Stena Industry Innovation Lab på Chalmers Tekniska Högskola är det lämpligt att välja ett föremål, vilket är tillgängligt i Siilab, för att göra kvalitetskontroll på. I detta fall är objektet en drönare. De komponenter som undersöks visas i figur 7 nedan.

De här komponenterna som är märkta i figuren är:

1. Fyra stycken propellrar
2. Batteri som driver drönaren
3. Fäste som håller batteriet



Figur 7, drönare och på monterade komponenter [20]

3.1.2. Programmering av Cobot

För att kunna programmera UR3e är det viktigt att känna till robotens kontrollsystem. UR3e är en robot som styrs via en plattform. Mjukvaran i plattformen har Python-liknande programmeringsspråk och det är enkelt att hantera. I programmet ska den enklaste vägen som roboten ska föra kameran till väljas.

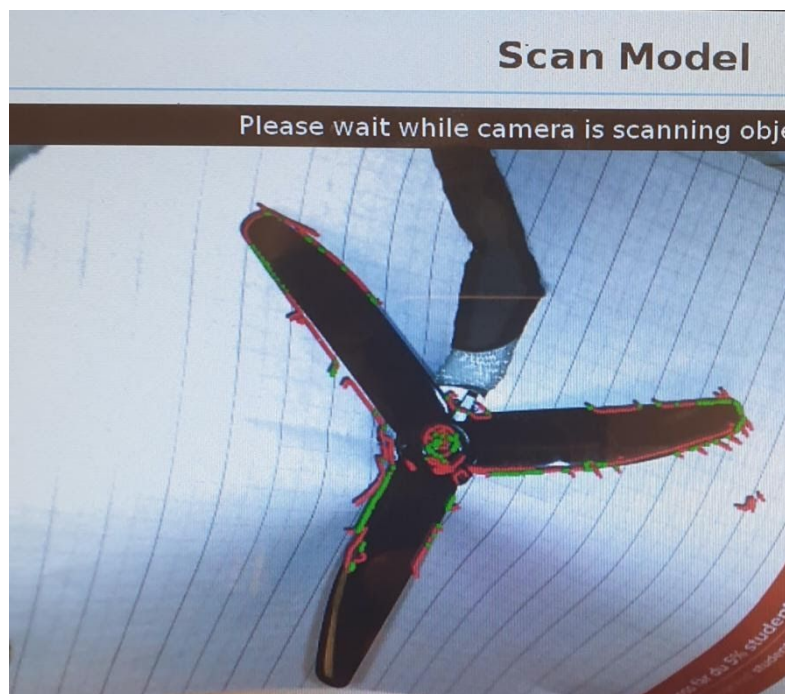
Med tanke på att en produkt kommer fram rullande till roboten i en verklig verksamhet, körs programmet i en loop. Programmet ska fungera på detta sätt:

1. Den tar ställning enligt programmet för att börja från en önskad position

2. När produkten kommer fram till den valda platsen (antagande) utför kameran kvalitetskontroll på produkten (i detta fall drönaren)
3. Efter att kontrollen gjort flyttar sig roboten till första positionen som den började ifrån
4. Därefter kör roboten om samma program

3.1.3. Inställning av Wrist Camera

På samma sätt som för UR3e, sökes information på internet om Wrist Camera. Genom att besöka tillverkarens hemsida kan nästan all viktig information samlas in. Därefter ska Object Teaching köras igång, vilket innebär att Wrist Camera börjar ta bilder på objektet och analyserar färgen, storleken och geometrin på objektet, se figur 8 och bilaga 2.



Figur 8, Propeller skannas av kameran under Objekt teaching

Inställningar av Wrist Camera är på följande sätt:

1. Först väljes en startpunkt i **Installations** → **Feachers** → **Point**. Här ska den önskade startpunkten väljas
2. Sedan under **Cam** ska **Snapshot Position** definieras genom att välja **+** → **Point** (den valda startpunkten) → **New Snapshot Position**
3. Sedan börjar kameran kalibrera underlaget
4. Därefter börjar den sätta igång den som kallas **Object Teaching**
5. En extern USB kopplas till plattformen

6. Efter att **Object Teaching** är klar väljes i inställningar att spara bilder i den externa USB:n

3.2. Experiment

För att syftet ska uppnås på ett säkert sätt görs två olika kvalitetskontroller på drönaren, den första med hjälp av visionsystem och den andra manuellt. Den automatiska kvalitetskontrollen utförs två gånger vardera med 100 stycken test, det vill säga överlagt 300 test varav 200 gånger med visionsystem och 100 gånger manuellt. Dessa antal försök görs för att säkerställa resultatet från ett repetitivt utförande.

3.2.1. Experiment 1, automatisk kvalitetskontroll

Experimentet går ut på att i första hand programmera roboten och sedan integrera kameran Wrist Camera. Därefter ställs drönaren på arbetsbänken för att Wrist Camera:n ska göra kvalitetskontroll på den, se figur 9. Idén med detta experiment är att prova om kameran kan säkerställa att alla komponenter är monterade på drönaren som det ska.

För att dokumentera experimentet väljes två mappar i inställningar på kameran när Object Teaching körs. En av de två mappar döpas till exempelvis "Godkända kontroll" och den andra döpas till "ej Godkända kontroller". Denna metod används för att helt enkelt kunna se hur många kvalitetskontroller som görs eftersom det kan bli fel med handberäkning av antalet tester. Mappar hjälper till att se hur många av tester godkändes genom att se de sparade bilder i den mappen som kallas för "Godkända kontroll". På samma sätt kan även de ej godkända testerna räknas genom att se mappen "ej Godkända kontroller". Väldigt enkelt kan bilderna i var och en av de mapparna kontrolleras och analyseras.

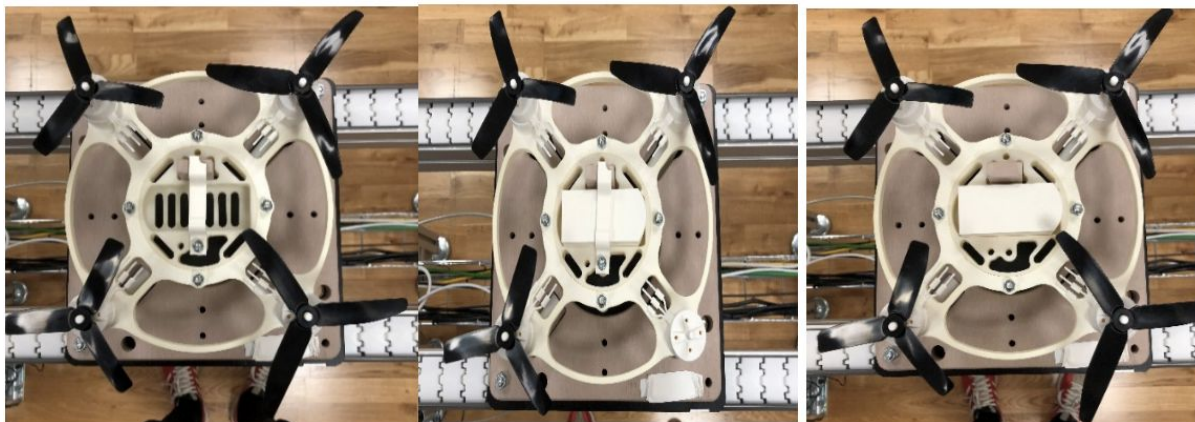


Figur 9, Automatiskt system (UR3e+kamera) och testobjekt (Drönare),[20]

3.2.2. Experiment 2, manuell och Automatisk kontroll på drönare med borttagna komponenter

Vid dessa experiment kontrolleras drönare helt enkelt med mänskliga ögon. Kontrollen görs med avseende på att de tre olika komponenterna batteri, batterihållaren och de fyra propellrarna ska vara rätt monterad på rätt plats. Kvalitetskontrollen körs här på samma sätt som i den automatiska kontrollen fast manuellt.

För att säkerställa utförandet och få ett mer tillit resultat körs en annan kvalitetskontroll på samma sätt som i experiment 1 fast den här gången genom att ta bort komponenterna. I detta fall tas bort de komponenter som kameran har redan lärt känna dem. Därefter körs kvalitetskontroll på den för att se hur kameran reagerar, se figur 10.



Figur 10, Drönare med borttagna komponenter [20]

Var och en av kvalitetsundersökningar består av 5 serier. Varje serie består av 20 stycken tester. I varje serie finns 3 defekta produkter, det vill säga att en borttagen komponent av drönaren vid 15 procent av testerna. Tiden som tas vid kvalitetskontrollen antecknas och kvaliteten på kontrollen utvärderas.

4. RESULTAT

I det här kapitlet kommer resultatet från experimenten presenteras.

4.1. Experimentförberedelse

Resultatet visar att denna metod att använda tillverkarens rekommendationer är en framgångsrik metod.

4.2. Automatiserad kvalitetskontroll

Resultatet från den automatisk kvalitetskontroll visar att kvalitetssäkring med hjälp av visionsystem är möjlig. I alla försök som där komponenter var synliga gick att använda visionsystem för att detektera eventuella fel. Detta resultat är fått därför att i experimentet sparades alla bilder på de synliga komponenter under mappen "Godkända kontroll" och de som var osynliga sparades i mappen "ej Godkända kontroller".

Resultatet från experiment 2 visar att visionsystem inte är 100% säker i kvalitetskontroll. Den upptäckte ca 94% av antalet defekta komponenter, det vill säga de komponenter som var borta under experimentet. Den underkände också ca 11% av de korrekta komponenterna.

Resultaten från dessa två olika sätt visar att den manuella kvalitetskontrollen är snabbare och säkrare, se tabell 1 och bilaga 1.

Tabell 1

	Manuell	Vision
Hanteringstid	4 sekunder	7 sekunder
Kontrolltid	3 sekunder	49 sekunder
Cykeltid	7 sekunder	56 sekunder
Partistorlek	20 stycken	20
Total seriestorlek	100 stycken	100
Antal utplacerade defekter	15	15
Upptäckta defekter	15	14
Antal korrekta produkter som går till omarbete	1	10
Antal defekta som släpps vidare till kund	0	1

5. DISKUSSION

I detta avsnitt tolkas och diskuteras resultatet från experimenten. Förslag på vad som kunde ha gjorts bättre tas upp och kapitlet avslutas med en slutsats och besvarande av examensarbetets frågeställning.

5.1. Resultat

5.1.1. Experimentförberedelse och metod

Resultatet från experimentförberedelsen visar att programmering av roboten och inställning av kameran inte är komplicerat. Det vill säga att genom att följa de videoklippen som tillverkarna lagt upp i deras hemsidor går det utmärkt att få lära sig hur de fungerar. Omställning av programmet är väldigt enkelt, det vill säga att det är enkelt att programmera om roboten och/eller ändra inställningar i Wrist Camera. UR3e är en flexibel robot som har tillräckligt stor räckvidd åt olika håll, vilken har varit lämplig för applikationen i detta projekt. Detta flexibilitet och denna räckvidd kan variera i olika företag med olika användning. På samma sätt är hastigheten i denna robot acceptabel, tiden som det tar för roboten att utsträcka sig från ett håll till ett annat är kort. Därför är robotens hastighet i att röra på sig lämplig.

Den installerade kameran, Wrist Camera, är väl fungerande som kan detektera felaktiga komponenter samt är lätt att installera. Wrist Camera kan inte detektera fel på komponenter från långa avstånd, märktes under förberedelserna. Utan Cobot måste komma nära det valda området för att kameran ska kunna känna igen komponenter, lämpligast 30 centimeter avstånd från området. Små detaljer samt dolda komponenter är inte lätta att upptäcka med hjälp av kameran. Alla dessa för- och nackdelar är fådda från experimenten. Wrist Camera kan i stort sett detektera fel på komponenter.

Metoden som använts i detta projekt var i enlighet med tillverkarna till UR3e och Wrist Camera. Denna metod att göra kvalitetskontroll med hjälp av Wrist Camera och UR3e är säkert med tanke på att alla bilder sparas.

5.1.2. Experiment 1, 2 och manuellt

Resultatet från båda experimenten visar att kvalitetskontroll kan genomföras automatiskt. Automatiserad kvalitetskontroll är 100% genomförd i det första experimentet. Däremot är resultatet lite annorlunda i det andra experimentet. Av den första partiet har alla såväl felaktiga som hela komponenter detekterats av roboten och Wrist Camera. Det vill säga att 100 procent säkerhet har erhållits från undersökningen. Till skillnad från det första partiet var det andra partiet uppsatt på

ett annat sätt. Förmodligen tog Wrist Camera hänsyn till geometrin istället till själva komponenter, eftersom geometrin av den delen som batteriet sitter i är ganska lika med geometrin av batteriet. Dessutom är noggrannheten av Wrist Camera inte 100% acceptabel, med andra ord kan man säga att om exempelvis det syns 70% till 80% av komponenter antar den att komponenten är hel. Detta framgick under experimentförberedelsen och även experiment 1 och 2. Därför kunde det inte fås samma resultat som för den första. Fast fortfarande är detekteringen acceptabelt då mer än 93% av kontroller gick som förväntades, det vill säga att resultatet var bra.

Detta resultat är till viss mån i enlighet med resultat från de tidigare forskningarna inom automatiserad kvalitetskontroll. Även om deras syfte, metod och material i forskningen inte är detsamma som i detta projekt är resultatet: Automatisk kvalitetskontroll inte bara är möjligt utan den har sina fördelar. Fördelarna kan vara bland andra att operatörer slipper göra ett repetitivt arbete och att maskiner kan utföra kvalitetskontrollen noggrannare. Brister i en automatiserad kvalitetskontroll förekommer då den inte är studerats tillräckligt.

Upprepade arbeten kan anses tråkigt och efter ett tag kan det leda till försämring i noggrannhet av utförandet. Det blir lätt för en människa att göra fel i kontrollen eller missa några detaljer. Därför bedömer projektgruppen att automatiserad kvalitetskontroll är effektivare och säkrare med avseende på ett hållbart perspektiv och även för ergonomin.

Manuella tester antas vara stressiga för människor för att de upprepas hela tiden och operatören som gör testerna ska tittar på samma liknande produkter väldigt lång tid. Detta kan leda till att operatören slarvar. Därför har operatören en korrekt prototyp av drönaren framför sig som kan vara en referens när operatören misstänker att han missar något

5.2. Implikationer

Att använda automatiserad kvalitetskontroll helt självständigt är inte möjligt än. Det vill säga att detta system behöver någon operatör som ska kontrollera då och då att allt går som önskas. Nackdelen med det här systemet är att fortfarande inte går det att lita 100% på maskiner/självkörande system. Exempelvis visar resultatet från experiment 2.

5.3. Framtida forskning

Framtida forskning i detta område borde göras med andra kameror med olika funktionaliteter. Även en stark kamera som skulle upptäcka de små komponenterna som skulle finnas i en produktion borde tillverkas/ användas så att kvalitetskontroll förbättras genom att använda dem.

6. SLUTSATS

Slutsatsen kan dras genom att svara på frågeställningar i kapitel 1.

Enligt resultatet går det att använda visionsystem för att detektera fel på slutprodukter som ska skickas till kund. Användandet av visionsystem är ett bra sätt för att utföra kvalitetskontroll med tanke på upprepande arbete.

Automatisk kvalitetskontroll kan inte genomföras från långa avstånd. Därför måste kameran vara nära området som en vald komponent ska kontrolleras.

Enligt resultatet är visionsystem väldigt bra på att upptäcka felaktiga komponenter.

Fast det har visat sig att det inte går att utföra automatisk kvalitetskontroll på alla detaljer på grund av storlek, geometri och hur lätt kameran kan komma åt.

Manuell kvalitetskontroll är snabbare och säkrare i genomsnitt i förhållande till automatiserad kvalitetskontroll.

7. REFERENSER

- [1] Richard. k. M(1989), *Industrial Robot Handbook*, New York, Springer Science+Business Media.
<https://link-springer-com.proxy.lib.chalmers.se/content/pdf/10.1007%2F978-1-4684-6608-9.pdf> [2020-03-21]
- [2] Fabrice.B (2018) *The History of Industrial Automation in Manufacturing*.
<https://kingstar.com/the-history-of-industrial-automation-in-manufacturing/> [2020-03-30]
- [3] Universal Robots (2020). *UR3e Snabbfakta*.
www.universal-robots.com/se/produkter/ur3-robot/ [2020-03-14]
- [4] Fash-berglund, Å. Palmkvist, F. Nyqvist, P. Ekered, S. Åkerman, M. (2016) *Evaluating Cobots for Final Assembly*. Proceedings of the 6th CIRP Conference on Assembly Technologies and Systems (CATS). [2020-04-10]
- [5] Volvo Penta (2020). *Industrial Offroad*.
<https://www.volvopenta.se/industrialoffroad/sv-se/about-us/this-is-volvo-penta.html>
[2020-03-14]
- [6] Volvo Penta anläggning i Vara
<http://www.volvosteget.se/om-volvosteget/utbildningsorter/volvo-penta-vara/> [2020-05-25]
- [7] Groover P. M. (2014). 3: e uppl. *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing*. USA: Pearson.
- [8] Frohm, J. Lindström, V. Stahre, J. Winroth, M. Levels of automation in manufacturing (2008) *Ergonomia - an International journal of ergonomics and human factors*, ISSN 0137-4990, Vol. 30, nr 3
- [9] Nationalencyklopedin, (2020), *Automatisering*.
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/automatisering> [2020-04-22]
- [10] Ann-Christine F. Roland Ö., Dan H. (2009), *The Impact of Poor Assembly Ergonomics on Product Quality: A Cost-Benefit Analysis in Car Manufacturing*.
<https://onlinelibrary-wiley-com.proxy.lib.chalmers.se/doi/pdfdirect/10.1002/hfm.20172>
[2020-05-20]
- [11] International Federation of Robotics, *Korte Friesland takes the next step with its new welding robot system* (2017).
<https://ifr.org/case-studies/industrial-robots/korte-friesland-takes-the-next-step-with-its-new-welding-robot-system/> [2020-05-22]
- [12] Nationalencyklopedin (2020), *Robotik*.
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/robotteknik> [2020-04-22]

- [13] The Pros and Cons of Industrial Automation (2017),
<https://www.myemssolutions.com/pros-cons-industrial-automation/> [2020-05-20]
- [14] Michalos, G. Makris, S. Spiliotopoulos, J. Tsarouchi, P. Chryssolouris, G. (2014)
ROBO-PARTNER: Seamless Human-Robot Cooperation for Intelligent, Flexible and Safe Operations in the Assembly Factories of the Future. Proceedings of the 5th CATS 2014 - CIRP Conference on Assembly Technologies and Systems. [2020-04-18]
- [15] International Federation of Robotics, Universal Robots polishes Paradigm to 50% production increase (2018),
<https://ifr.org/case-studies/collaborative-robots/universal-robots-polishes-paradigm-to-50-production-increase> [2020-05-25]
- [16] Universal Robots (2020). UR3e Snabbfakta. [fotografi] Hämtad från
<https://www.universal-robots.com/se/produkter/ur3-robot/> [2020-03-14]
- [17] Universal Robots (2020). <https://www.universal-robots.com/se/produkter/ur3-robot/>
 [2020-02-30]
- [18] Robotiq (2020). *Wrist Camera Vision System for e-Series Universal Robots*.
https://assets.robotiq.com/website-assets/support_documents/document/Vision_System_e-Series_PDF_20190116.pdf [2020-03-14]
- [19] Robotiq (2020). Wrist Camera Vision System for e-Series Universal Robots. [fotografi]
 Hämtad från
https://assets.robotiq.com/website-assets/support_documents/document/Vision_System_e-Series_PDF_20190116.pdf [2020-03-14]
- [20] Arna S., Anton W.(2020). Investeringsbedömning för automatisering av kvalitetskontroll. (examensarbete, Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för Industri- och materialvetenskap), länk kommer efter utgivelse
- [21] Colledania, M & Tolio, T. (2011). Joint design of quality and production control in manufacturing systems. CIRP Journal of manufacturing: Science and technology, 4(3), 281-289
<https://www.sciencedirect.com.proxy.lib.chalmers.se/science/article/pii/S1755581711000599?via%3Dihub> [2020-05-20]
- [22] Shelton Vision (2016). *Automated quality control vs Manual inspection*.
<https://www.sheltonvision.co.uk/news/automated-quality-control-vs-manual-inspection/>
 [2020-03-14]
- [23] Vithu, P. & Moses, J., 2016. *Machine Vision System for Food Grain Quality Evaluation: A Review*. Trends in food science & technology, Volume 56, pp. 13-20.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092422441630084X> [2020-05-25]

[24] Herakovic, N. (2010). *Robot Vision in Industrial Assembly and Quality Control Processes*. Proceeding of the 6th CIRP Conference on Assembly Technologies and Systems (CATS). [2020-05-25]

[25] Leidenkrantz, A. Westbrandt, E. (2019). *Implementation of Machine Vision On a Collaborative Robot*. Examensarbete. Institutionen för ingenjörsvetenskap. Skövde: Högskolan i skövde. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1323496/FULLTEXT01.pdf>. [2020-05-25]

[26] Ekholm, A. (2019). *Människan & maskinen. En essä om AI och välfärdssystemet*. https://www.iffs.se/media/22320/mom_webb.pdf

8. BILAGOR

Bilaga 1, Tabell över de tester i experiment 2

Drönare nr:	Skapad defekt:	Vad för fel skapade (delar som saknas):	Upptäckt fel x = fel	Kontrolltid för robot:	Hanteringstid för robot:
Serie 1 (uppvärmning)					
1					7
2					7
3	Ja	Batteri	x		7
4					7
5					7
6			x		7
7					7
8					7
9	Ja	Batterihållare	x		7
10	Ja	Propeller	x		7
11					
12					
13					
14					
15			x		
16					
17					
18					
19					
20					

Drönare nr:	Skapad defekt:	Vad för fel skapade (delar som saknas):	Upptäckt fel x = fel	Kontrolltid för robot:	Hanteringstid för robot:
1			x		50
2			x		46
3	Ja	Batteri			50
4	Ja	Propeller	x		48
5			x		45
6					50
7					50
8					51
9					55
10					49
11					49
12					51
13					53
14			x		50
15					49
16					49
17	Ja	Batterihållare	x		51
18					49
19					44
20					48

Drönare nr:	Skapad defekt:	Vad för fel skapade (delar som saknas):	Upptäckt fel x = fel	Kontrolltid för robot:	Hanteringstid för robot:
1					47
2					54
3					52
4			x		54
5					42
6					52
7	Ja	Batteri	x		52
8					51
9					51
10	Ja	Propeller	x		52
11			x		45
12					50
13	Ja	Batterihållare	x		47
14					49
15					44
16					44
17					47
18					43
19					46
20					50

Drönare nr:	Skapad defekt:	Vad för fel skapade (delar som saknas):	Upptäckt fel x = fel	Kontrolltid för robot:	Hanteringstid för robot:
1					
2					
3	Ja	Batteri	x		
4					
5	Ja	Propeller	x		
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20	Ja	Batterihållare	x		

Drönare nr:	Skapad defekt:	Vad för fel skapade (delar som saknas):	Upptäckt fel x = fel	Kontrolltid för robot:	Hanteringstid för robot:
1					
2	Ja	Batteri	x		
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10	Ja	Propeller	x		
11					
12					
13	Ja	Batterihållare	x		
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Bilagor 3, Bild på drönare med vitt batteri



Bilaga 2, Bilder från Objekt Teaching





